P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703
2017,11 (2) :37-43

(JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

دراسة الصلادة السطحية لمتراكبات (UPE/SiO_2)

أريج حاتم فريد فائق حماد عنتر

جامعة الانبار/ كلية العلوم

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: 2017/04/11
تاريخ القبول: 2017/06/04
تاريخ النشر: 30 /03 / 2018

DOI: 10.37652/juaps.2017.141578

الكلمات المفتاحية:

راتنج البولي استر غير المشبع,
ثاني اوكسيد السيليكون,
الصلادة,
الاشعة فوق البنفسجية.

الخلاصة:

في هذا البحث تم دراسة تأثير اضافة مسحوق ثاني اوكسيد السيليكون على خاصية الصلادة لراتنج البولي استر غير المشبع. تم تحضير ثلاث مجاميع من العينات هي ((UPE/(SiO_2-Micro), ((UPE/(Nano-SiO_2)) و(UPE/(Micro +Nano)SiO_2)) وبنسب وزنية للمواد المضافة (2%، 4%، 6%، 8%). وتم قياس الصلادة السطحية للعينات قبل وبعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية ولمدة (10) ساعات, لقد اظهرت النتائج العملية ان الصلادة للعينات كافة تزداد مع زيادة النسبة الوزنية لمادة SiO_2 في المتراكب في الظروف الطبيعية, وان العينات النانوية تمتلك صلادة اعلى من بقية العينات. بعد تشعيع العينات ب(UV) تزداد قيم الصلادة ايضاً مع زيادة النسبة الوزنية لمادة SiO_2 في المتراكب ولكافة العينات وتكون قيمتها اعلى مما في الظروف الطبيعية.

1. المقدمة:

البوليمرات هي مواد خاملة وخفيفة الوزن تمتلك درجة عالية من المطيلية وتكون ذات كثافة واطئة، وتمتلك جساءة واطئة ومقاومة عالية للتآكل وهي لاتعد من المواد الصلدة وكذلك تمتاز بسهولة التصنيع والمعالجة مما جعلها تستخدم بكثرة في مجال الهندسة المدنية والانشائية وغيرها من المجالات [1].

ان المادة المتراكبة تتكون من المادة الأساس (Matrix Material) ومادة التقوية (Reinforcement), وتمتاز هذه المواد بانخفاض الكثافة, ومتانة عالية ووزن خفيف, وانخفاض كلفة التصنيع, ولا تتآكل ولا تصدأ [2]. تعد المواد المتراكبة ذات الأساس البوليمري من أفضل أنواع المواد المتراكبة وأكثرها شيوعا, لما يتميز به البوليمر المقوى من صفات ميكانيكية عالية, أدت الى استخدامه في الصناعات المختلفة[3].

اما بالنسبة لمواد التقوية المضافة الى المادة الاساس فهي على اشكال وانواع مختلفة وذلك حسب نوع الاستخدام فهي تكون اما على شكل قشور او ألياف او دقائق [4]. وفي العصر الحالي اضافت تكنولوجيا النانو بعداً مهماً في تحضير انواع جديدة من المتراكبات النانوية وذلك من خلال استخدام جسيمات متناهية في الصغر تقل أبعاد أقطارها عن (100nm) بحيث يتم توظيفها كمواد نانوية مقوية وداعمة (الدعامات النانوية) Nano –Reinforcements لمادة الأساس, وقد أثبتت الجسيمات النانوية قدرة فائقة على تحسين خواص المادة الأساس ورفع صلادتها ومقاومتها بالمقارنة مع الجسيمات المايكروية[5].

ان اهمية المواد البوليميرية المدعمة بالدقائق بصورة عامة وبدقائق SiO_2 الطبيعية او النانوية بصورة خاصة دفعت العلماء والباحثين الى القيام بدراسات وبحوث كثيرة, ففي عام (2009) قامت الباحثة (بلقيس) وآخرون, بدراسة تأثير الاشعة فوق البنفسجية على بعض الخصائص الميكانيكية للمواد المتراكبة المكونة من الايبوكسي المدعم بألياف الزجاج ومسحوق الالمنيوم والمدعم ايضاً بالياف الزجاج ومسحوق السليكا، فضلا عن ذلك الايبوكسي المدعم بمسحوق الالمنيوم مرة ومسحوق السليكا مرة وبكسر حجمي مقداره (30%), وقد اظهرت النتائج

* Corresponding author at: College of Science, University of Anbar.
E-mail address:

ان المتراكبات الهجينة المدعمة بالالياف والدقائق امتلكت اعلى قيم لمعامل المرونة والصدمة والانضغاطية [6].

وفي عام (2011) قامت الباحثة (Ibtihal) وآخرون, بدراسة الخواص الميكانيكية لمواد متراكبة مدعمة بدقائق سيراميكية, اذ تم استخدام راتنج الايبوكسي وتدعيمه بدقائق السليكا مرة, وبدقائق الالومينا مرة اخرى وبكسور وزنية مختلفة, وقد اظهرت نتائج الاختبارات ان المواد المتراكبة تتميز بأرتفاع في معامل المرونة ومتانة الشد والصلادة مقارنة بالمادة الاساس وان التحسن في الخواص يتناسب طرديا مع الكسر الوزني للمادة المضافة [7].

وفي عام (2013) قامت الباحثة (Shayma), بدراسة الخواص الميكانيكية لراتنج البولي استر غير المشبع المدعم بدقائق السليكا (SiO_2) وبنسب وزنية مختلفة. حيث اظهرت النتائج ان معامل المرونة للمادة الاساس اقل من معامل مرونة المادة المتراكبة, اما نتائج اختبار الصلادة اظهرت ان صلادة المواد المتراكبة اعلى بكثير من صلادة المادة الاساس وان التحسن في الخواص يتناسب طرديا مع الكسر الوزني للمواد المدعمة [8].

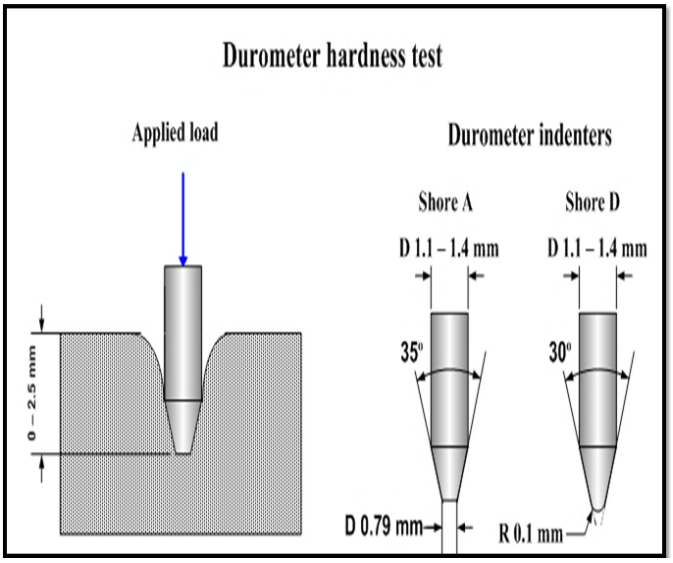
وفي عام (2014) قام الباحثان (and Mohammed Hasanen), بدراسة تأثير اضافة نانو السليكا على الخصائص الميكانيكية لراتنج البولي مثيل, لقد اظهرت النتائج ان الصلادة ازدادت مع زيادة تركيز نانو السليكا, اي وجود تحسن في صلادة سطح العينات [9].

وفي عام (2015) قامت الباحثة (مريم), بدراسة تأثير اضافة اوكسيد المغنيسيوم النانوي وثاني اوكسيد السيليكون النانوي على بعض الخواص الميكانيكية والحرارية لمتراكبات الايبوكسي وبنسب وزنية مختلفة, اظهرت نتائج اختبار البلى ان قيم معامل البلى للحالات جميعها كانت اعلى من قيمة معامل البلى للايبوكسي غير المدعم, اما اختبارات الكلال وجد تحسن في مقاومة المادة للكلال في حالة المتراكبات الهجينة, اما نتائج اختبارات التوصيلية الحرارية وجد ان جميع الحالات لقيم التوصيلية الحرارية اعلى من قيم التوصيلية الحرارية للمادة الاساس بدون تدعيم [10].

وفي عام (2016) قامت الباحثة (Heba), بدراسة تأثير اضافة (SiO_2) على خصائص البولي فينيل (PVA), لقد اظهرت نتائج الاختبارات الميكانيكية زيادة في قوة الشد وقوة القص مع زيادة اضافة SiO_2 الى PVA وايضاً اظهرت النتائج ان تأثير التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية ادى الى زيادة في قوة الشد وقوة القص. اما نتائج اختبار التوصيلية الحرارية اظهرت تناقصا في قيمة معامل التوصيل الحراري كلما أزداد تركيز SiO_2 [11].

1-1 الصلادة Hardness :

تتميز الصلادة بأنها من الخواص الميكانيكية السطحية المهمة التي يمكن تعريفها بأنها مقاومة المادة للغرز او الثلم او الخدش في المناطق السطحية منها نتيجة قوة أو ضغط يسلط عليها, او هي مقاومة سطح المادة للتشوه الدائمي (التشوه اللدن) [12], وتعتمد الصلادة بالاساس على نوع القوى الرابطة بين الذرات او الجزيئات اذ كلما كان الربط اقوى والذرات متراصة معا كلما ازدادت قيمة الصلادة, وتعتمد ايضا على نوع السطح المراد قياس صلادته وعلى معدل التشوه ودرجة الحرارة وطرائق تصنيع المادة والمعاملة الحرارية التي اجريت لها [13]. ان اختبار صلادة سطح المواد يتم عادة بأستخدام طريقة شور D (Shore (Durometer) Hardness). يعد اختبار الصلادة من الاختبارات اللاتلافية اي ان العينة لاتتكسر ولا تتشّوه بشكل كبير عند إجراء الاختبار. والشكل (1) يوضح اداة الغرز بجهاز الصلادة [14]. وفي بحثنا الحالي تم دراسة الصلادة في الظروف الطبيعية وبعد التعرض للاشعة فوق البنفسجية (UV).



الشكل (1) اداة الغرز بجهاز الصلادة [14]

2-1 الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet Radiation:

ان الأشعة فوق البنفسجية يمكن تعريفها على انها اشعة كهرومغناطيسية غير مرئية ذات طول موجي اقصر من الضوء المرئي ولكنه اطول من الاشعة السينية, وتقسم الاشعة فوق البنفسجية حسب اختلاف اطوال امواجها إلى ثلاثة أنواع هي [16,15]:-

1- الأشعة فوق البنفسجية من نوع (UV-A) ذات المدى الطويل (البعيد) ويتراوح طولها الموجي بين nm (315-400) وهي قريبة من الطيف المرئي وتكون مسؤولة عن إسمرار وتصبغ جلد الإنسان.

2- الأشعة فوق البنفسجية من نوع (UV-B) ذات المدى المتوسط ويتراوح طولها الموجي بين nm (290- 315) فهي تسبب الاصابة بسرطان الجلد وتسبب معظم عمليات التحلل الضوئي الكيميائي الذي يحدث في اللدائن.

3- الأشعة فوق البنفسجية من نوع (UV-C) ذات المدى القصير ويتراوح طولها الموجي بين nm (200-290) وهي ذات طاقة عالية جدا وقريبة من الاشعة السينية وهذا النوع من الاشعة يعد من اخطر الانواع على الاطلاق ويضر بالحياة على سطح الكرة الارضية.

ان الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية الذي يتراوح ما بين nm(200-400) والذي هو جزء من الطيف الشمسي (Spectrum) هو الذي يؤثر وبشكل كبير على خواص البوليمر لأن الأواصر التي تربط الذرات في السلسلة البوليمرية التي لها طاقة محددة لفك الإرتباط فيما بينها، تقع ضمن هذا المدى من الطيف ولغرض تشعيع العينات بالاشعة فوق البنفسجية تم استخدام جهاز قمنا بتصنيعه ويتكون من صندوق خشبي, مفرغة هواء لضمان التهوية وعدم ارتفاع درجة حرارة الجهاز , لمبة زئبقية (Mercury Lampe) ذات طول موجي (λnm =385) وطاقة مقدارها (Power=400 watt) [15].

2. الجزء العملي:

2-1 المادة الاساس Matrix Material:

المادة الاساس المستخدمة هي راتنج البولي استر غير المشبع من نوع (Siropol-8341) والمنتج من قبل شركة (SIR) السعودية للراتنجات المحدودة. ويكون هذا الراتنج على شكل سائل لزج وردي اللون عند درجة حرارة الغرفة ذو كثافة تتراوح gm/cm^3 (1.2) ويتصلد ويتم تحويله الى الحالة الصلبة عند اضافة مصلّده من نوع (بيروكسيد مثيل اثيل كيتون) ويكون على شكل سائل شفاف يضاف الى راتنج البولي استر غير المشبع بنسبة خلط (2 gm) لكل (100 gm).

2-2 مواد التقوية Reinforcement Materials:

استخدم في هذا البحث نوع واحد من مواد التقوية السيراميكية بالحالتين المايكروية والنانوية:

1. ثاني اوكسيد السيليكون المايكروي:

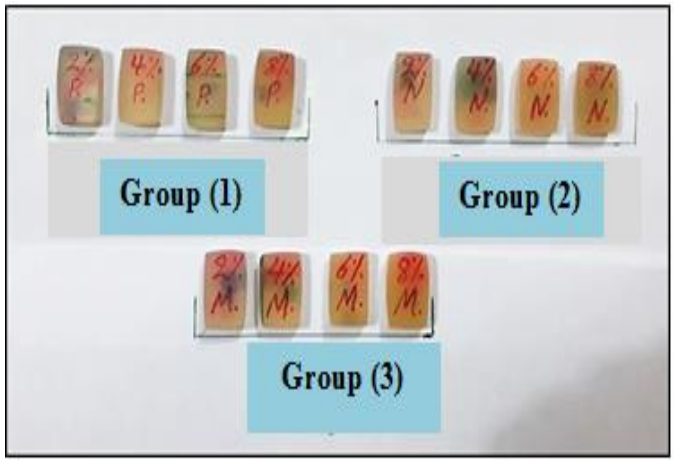
ان ثاني اوكسيد السيليكون المايكروي المستخدم ذو حجم حبيبي (grain size) (20 µm)وكثافة ($2.6\ gm/cm^3$) وبنقاوة (99.5%) والمجهز من قبل شركة (BDH Chemical Ltd Pool England).

2. ثاني اوكسيد السيليكون النانوي:

يمتلك ثاني اوكسيد السيليكون النانوي حجم حبيبي (grain size) (30-40 nm)وبنقاوة (99.5%) والمجهز من قبل شركة (Nanjing Nano technology) الصينية.

3-2 تحضير عينات الصلادة:

تم استخدام طريقة القولبة اليدوية التقليدية في عملية تحضير العينات، وذلك لأنها من الطرق السهلة والشائعة الاستعمال. حيث تم تحضير ثلاث مجاميع من العينات ((UPE/(SiO_2-Particles) و(UPE/(Nano-SiO_2)) و(UPE/(Particles+ Nano) SiO_2) وبنسب وزنية للمواد المضافة (2%، 4%، 6%، 8%). وتم تقطيع عينات اختبار الصلادة حسب الابعاد القياسية كما موضح بالشكل(2).



الشكل (2) عينات اختبار الصلادة

4-2 جهاز اختبار الصلادة:

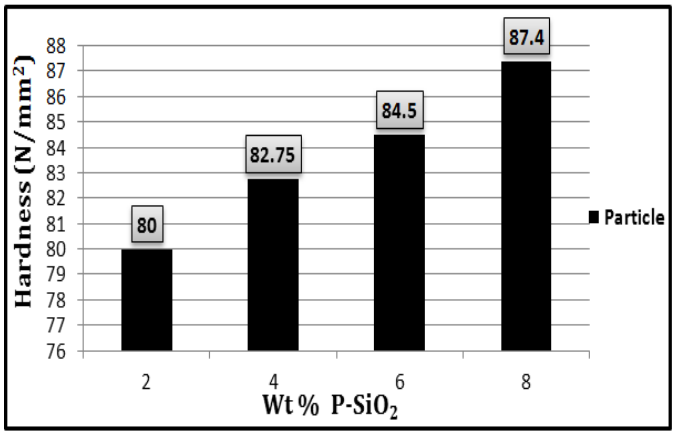
تم قياس الصلادة للعينات باستخدام طريقة شور(D), والجهاز المستخدم لهذا الاختبار هو من نوع (HUATEC GROUP Hardness Tester HT-6600C Shore D) صيني المنشأ الموضح صورته بالشكل (3). ويتكون الجهاز من اداة غرز بشكل ابرة تخترق سطح العينة لتسجل مقدار الصلادة. تم قياس الصلادة في ثلاث نقاط مختلفة من سطح العينة لمراعاة العوامل المؤثرة على دقة القراءة مثل تجانس سطح العينة وخلوها من الشوائب والفجوات, وثم اخذنا معدل تلك القراءات لكل عينة من العينات وذلك لتقليل نسبة الخطأ.

الشكل (3) جهاز اختبار الصلادة

3. نتائج ومناقشة اختبار الصلادة:

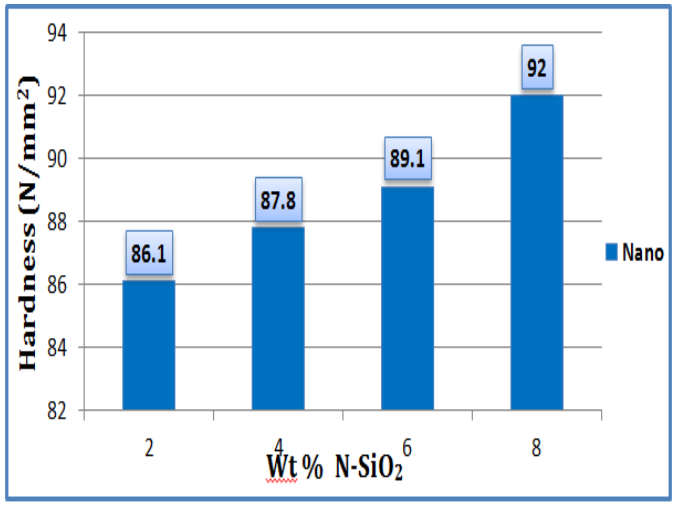
تم قياس صلادة العينات كافة في الظروف الطبيعية وبعد التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية لمدة (10) ساعات, والاشكال (4), (5), (6) توضح قيم الصلادة للعينات المدعمة بثاني اوكسيد السيليكون المايكروي والنانوي ومزيجهما في الظروف الطبيعية, حيث نلاحظ من الاشكال المذكورة اعلاه ان قيم الصلادة تزداد بزيادة النسبة المئوية الوزنية للمواد المضافة للعينات كافة, اي ان الصلادة تتناسب طرديا مع نسبة التدعيم للمادة الاساس, فمثلا يتضح من الشكل (4) ان اقل قيمة للصلادة كانت لعينات SiO_2 المايكروية ($80\ N/mm^2$) عند النسبة المئوية الوزنية (2%) وتزداد قيمة الصلادة لتصل الى ($87.4\ N/mm^2$) عند النسبة المئوية الوزنية (8%) والسبب في ذلك يعود الى ان دقائق SiO_2 المايكروية تمتلك صلادة عالية جدا لكونها من الاكاسيد السيراميكية التي تعمل على سد وتقليل الفراغات والفجوات المتكونة اثناء عملية القولبة [17], وأن اضافة دقائق SiO_2 ادى الى زيادة مقاومة سطح المادة المتراكبة للاختراق والخدش فنتيجة لذلك تزداد مقاومة المادة للتشوة اللدن وبالتالي تزداد صلادتها وهذه النتيجة تتفق مع نتائج الباحثة (Shayma) [8]. وبمقارنة نتائج الصلادة في الظروف الطبيعية لعينات SiO_2 الدقائقية و SiO_2 النانوية ومزيجهما نلاحظ بأن اعلى قيم للصلادة كانت للعينات النانوية تليها عينات المزيج وبعدها عينات الدقائق كما موضح في الشكل (7), والسبب يعود الى ان استخدام SiO_2 النانوية كمادة تقوية ادى الى انتشار وتغلغل الدقائق النانوية في راتنج البولي استر غير المشبع اثناء عملية القولبة وتقليل المسافات البينية وأدى هذا بدوره الى زيادة التراص والترابط بين مكونات العينات المتراكبة الذي قلل من حركة الجزيئات في البوليمير وبالتالي زيادة مقاومة المادة المتراكبة للغرز والخدش وزيادة صلادتها وهذا يتفق مع نتائج الباحثان (Hasanen and Mohammed) [9].

اما الشكل (8) فيبين مقارنة لقيم الصلادة للعينات كافة بعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية لمدة (10) ساعات, حيث نلاحظ زيادة في قيم الصلادة لكافة العينات مع بقاء عينات المتراكبات النانوية تمتلك اعلى قيم صلادة تليها عينات المزيج ثم عينات المتراكبات الدقائقية. وعند مقارنة قيم الصلادة قبل وبعد التشعيع نلاحظ بأن التشعيع ادى الى زيادة صلادة سطح العينات كافة كما هو موضح في الشكل (9), والسبب في ذلك يعود الى ان الاشعة فوق البنفسجية ادت الى ترابط السلاسل البوليمرية المتفرعة وكذلك ادت الى زيادة الترابط عند السطح البيني بين الطورين (الراتنج ومادة التقوية) وبالتالي زيادة صلادتها وهذه النتيجة تتفق مع نتائج الباحثة (رغد) [18].

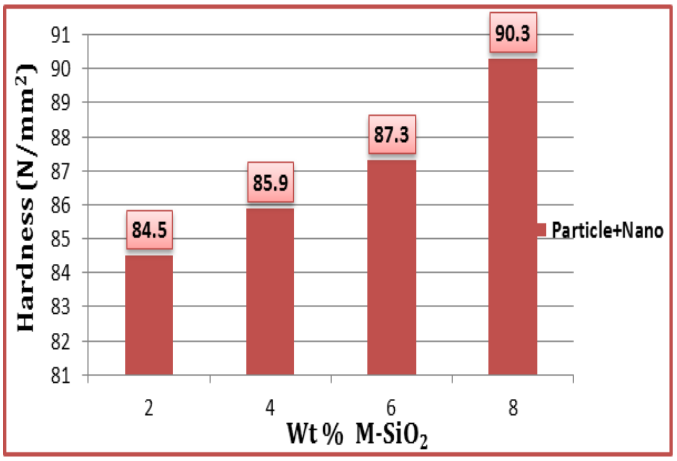


الشكل (4) قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات SiO_2 الدقائقية في الظروف الطبيعية

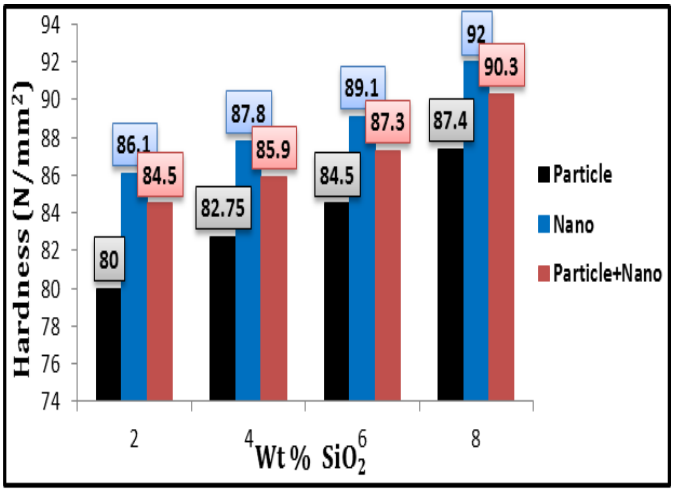
P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2017,11 (2) :37-43



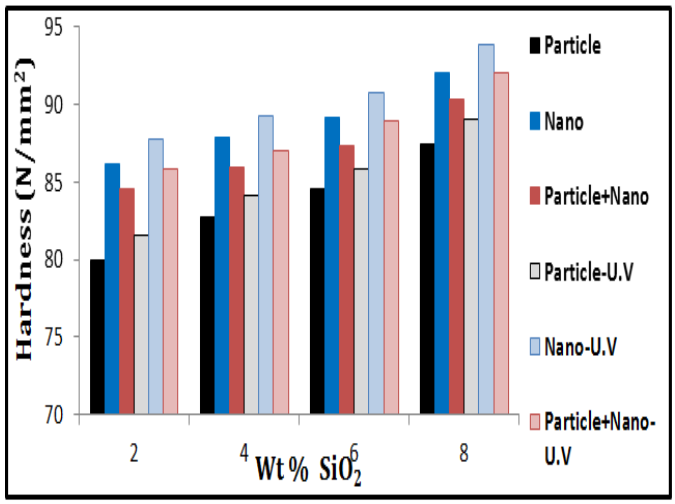
الشكل (5) قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات SiO_2 النانوية في الظروف الطبيعية



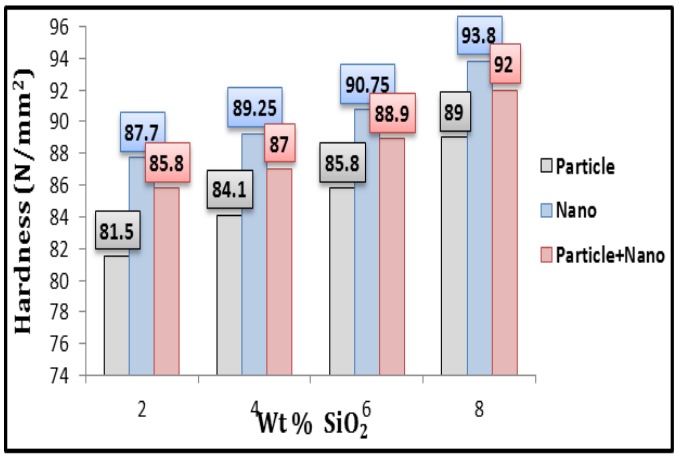
الشكل (6) قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات SiO_2 (الدقائقية+النانوية) في الظروف الطبيعية



الشكل (7) مقارنة قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات SiO_2 الدقائقية والنانوية والمزيج في الظروف الطبيعية



الشكل (8) مقارنة قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات SiO_2 الدقائقية والنانوية والمزيج بعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية



الشكل (9) مقارنة قيم الصلادة مع النسبة المئوية الوزنية لعينات SiO_2 الدقائقية والنانوية والمزيج قبل وبعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية

4. الاستنتاجات:

من خلال النتائج التي حصلنا عليها من اختبار الصلادة تم التوصل الى عدد من الاستنتاجات هي:-

1- زيادة الصلادة للعينات كافة مع زيادة النسبة الوزنية لثاني اوكسيد السيليكون المضاف الى راتنج البولي استر غير المشبع في الظروف الطبيعية وبعد التشعيع بالاشعة فوق البنفسجية.

2- ان افضل قيم صلادة حصلنا عليها في الظروف الطبيعية كانت لعينات المتراكبات النانوية تليها عينات المزيج وبعدها عينات المتراكبات الدقائقية.

3- بعد التشعيع ب(UV) وجدت زيادة ملحوظة في قيم الصلادة للعينات كافة عند مقارنتها بقيمتها في الظروف الطبيعية اي ان التشعيع قد حسن الخصائص الميكانيكية للمادة المتراكبة.

5. المصادر:

[1] M.A. Meyers and K.K. Chawal, "Mechanical behavior of materials", prentice – Hall , Inc. , 1999.

[2] M. Garyson, "Encyclopedias of composite materials and Components", John Wiley and sons , New York , 1993.

[3] J. G. Morley , "High Performance of fiber Composites" , University of Noitingham , UK , 1987.

[4] M. R. Ismail ,"Radiation Physical Chemistry", Vol.33, No.6, PP.(533- 537), 1989.

[5] J. Richerd, "The Silicon Valley Toxics Coalition", Regulating Emerging Technologies in Silicon Valley and Beyond American Scientific Publishers ,PP.(16-22) , April, 2008.

[6] بلقيس محمد ضياء وحسن شاكر مجدي ورغد حسين محمد, "دراسة تأثير الاشعة فوق البنفسجة على بعض الخصائص الميكانيكية لمتراكبات الإيبوكسي", مجلة الهندسة والتكنولوجيا, المجلد 27, العدد15, 2009.

[7] Ibtihal AlNami, Ahmed Aladdin and Manal Fleyah, "Study the Mechanical Properties of Epoxy Resin Reinforced With silica (quartz) and Alumina Particles" ,The Iraqi Journal For Mechanical And Material E ngineering, Vol.11 ,No.3, PP.(1-11), 2011.

[8] Shayma Hmeed Mohammad, "Studying the Mechanical and Electrical Properties of Polyester Resin Reinforced With Silica Particals", Journal of Engineering and Development, Vol. 17, No.6, PP. (1813-1822) , 2013.

[9] Hasanen Al-namel, Mohammed Mudhaffer, "The effect of Silicon di oxide Nano -Fillers reinforcement on some properties of heat cure polymethyl methacrylate denture base material" , College of Dentistry, university of Baghdad , Vol.26, No.1, PP. (32-36), 2014.

[10] مريم زهير, "تأثير اوكسيد المغنيسيوم النانوي و ثاني اوكسيد السليكون النانوي على بعض الخواص الميكانيكية والحرارية لمتراكبات الايبوكسي", رسالة ماجستير, كلية العلوم للبنات, جامعة بغداد, 2015 .

[11] Heba Safaa, "Study the effect of SiO_2 addition on the properties of PVA for adhesion application", M. Sc. Thesis, Applied science, University of Technology, 2016.

[12] د. جعفر الحيدري, "اختبارات المواد الهندسية", دائرة هندسة المواد والمعادن, جامعة البلقاء التطبيقية, 2004.

[13] A.A. Berlin ,S.A. Volfson, "Principles of Polymer Composites", Springer- verlage ,New York, 1986.

[14] D. Kopeliovich, "Shore (Durometer) Hardness Test", Subs & Tech, last modified: 28 Apr, 2012.

[15] Hoekstra and Breen, "Mechanical Behavior of UV – Degraded HDPE", Esis, Congress, June, 1995.

[16] J. Stepek, H. Daoust, "Additives for Plastics", Springer Verlag, New York Inc. ,1983.

[17] Harper,C. A., "Modern Plastic Hand Book", McGraw - Hill, New York, 2000.

[18] رغد حسين محمد الجنابي, "دراسة تأثير ظروف التجوية من الاشعاع والمحاليل الكيميائية على خصائص متراكبات", رسالة ماجستير, قسم العلوم التطبيقية, الجامعة التكنلوجية, 2004.

P- ISSN 1991-8941 E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2017,11 (2) :37-43

Study the surface hardness for (UPE/SiO_2) composites

Areej Hatam Fareed **Faik Hammad Anter**

Abstract

In this work the effect of adding SiO_2 powder on the hardness property for UPE was studied. Three groups of samples were prepared (UPE/(SiO_2-Micro)), (UPE/(Nano-SiO_2) and (UPE/(Micro+Nano)SiO_2) with weight fraction of additives (%2 ،%4 ،%6 ،%8). The surface hardness for all samples was measured before and after irradiation with Ultraviolet at time interval (10) hours. The experimental results showed that the surface hardness of all samples increases with increasing the weight fraction of SiO_2 in the composite in natural conditions, and that the nano samples has higher hardness than other samples. After UV irradiation, the hardness values also increase with increasing the weight fraction of SiO_2 in the composite for all samples, and their value is higher than in normal conditions.